植物分类学报 23 (6): 405—417 (1985)
Acta Phytotaxonomica Sinica

豹子花属的花粉形态研究，兼论与百合属的界限问题

梁松筠　张无休

（中国科学院植物研究所，北京）

摘要 本文借助光学显微镜和扫描电镜，对豹子花属 *Nomocharis* 6 种植物和百合属 *Lilium* 4 种植物的花粉形态与外部特征作了较系统的比较研究，其结果如下：1.豹子花属植物花粉的萌发孔均为单沟（远极）型，根据其外壁结构及表面纹饰的特点，可分为基柱网纹型和网纹型，结合外部形态特征推断，可能存在由基柱网纹──→网纹的进化趋势。2.百合属植物花粉的萌发孔多为单沟(远极)型，稀为 2—3 孔型，然而，其中外部形态极为相近的小百合集合群与尖被百合在花粉形态上表现出较大的差异，这一事实为研究百合科花粉的演化提供了线索。豹子花属与百合属花粉虽在表面纹饰上存在区别，但从外部形态上，该属的一些种类与百合属极为相近，反映出二属之间存在着较为紧密的亲缘关系。

关键词 豹子花属；百合属；单沟、2—3 孔外壁纹饰；基柱网纹；网纹

一、前　　言

百合科豹子花属 *Nomocharis* Franch. 为亚洲青藏高原东南缘所特有，全属 9 种，绝大部分种类分布云南、四川境内，海拔 2700—4050 米，该属作为一个独立的属虽被承认，但关于该属的范围一直有争议。Franchet (1889) 以 *N. pardanthina* Franch. 为模式建立豹子花属。但 T. B. Balfour (1918) 扩大了该属的范围，他除着重将其内轮花被片基部具肉质、深紫色的半球形或鸡冠状腺体的种类包括在内外，还把花丝下部不膨大成圆筒形的种类包括在内；其后，E. H. Wilson (1925)、W. E. Evans (1925) 和 H. B. D. Woodcock et W. T. Stearn (1950) 大致同意 Balfour 的观点，但后二学者也同时指出，像 *N. synaptica* Sealy 和 *N. aperta* (Franch.) Wilson 等种类，系处于 *Nomocharis* 和 *Lilium* 之间；而 J. R. Sealy, (1950, 1983) 的观点又似介于 Franchet 和 Balfour 等人的观点之间。长期以来，由于各学者对属的范围的看法不尽相同，结果造成该属以至百合属内一些种类的频繁变动（见表 1)。因此，我们在进行豹子花属植物花粉形态系统研究的同时，借助光学显微镜和扫描电镜，对上述涉及到的 4 种百合属植物花粉也做了详细的观察，并在透射电镜下对云南豹子花的花粉外壁结构作了观察，试图通过对花粉形态的研究，并结合外部形态的特征，对豹子花属与百合属之间的关系及其花粉的进化趋势进行探讨。

二、材料与方法

观察材料均采自植物研究所标本室所藏的腊叶标本。光学显微镜所用材料的制片方

本文蒙汤彦承和洪德元同志提出宝贵意见，顾立民同志帮助制作超薄切片，特此一并致谢。

表 1 豹子花属内包括的种类

Table 1. The concept of *Nomocharis*

作者 Author	该属包括的种类 species of Nomocharis	有变动的种类 change of position
Franchet (1889—1898)	*N. pardanthina, N. meleagrina*	
I. B. Balfour (1918)	sect. 1. Oxypetala: *N. wardii, N. flavida, N. lophophora N. oxypetala, N. stracheyi* sect. 2. Eunomocharis: *N. leucantha, N. mairei, N. meleagrina, N. pardanthina* sect. 3. Ecristata: *N. forrestii, N. saluenensis, N. tricolor*	
W. E. Evans (1925)	sect. 1. Oxypetala: *N. oxypetala, N. lophophora, N. euxantha, N. nana* sect. 2. Eunomocharis: *N. pardanthina, N. meleagrina, N. basilissa, N. mairei* sect. 3. Ecristata: *N. aperta, N. saluenensis, N. henrici. N. souliei*	
H. B. D. Woodcock et W. T. Stearn (1950)	sect. 1. Eunomocharis: *N. pardanthina, N. meleagrina, N. mairei (N. leucantha), N. basilissa, N. farreri* sect. 2. Lophophora: (Oxypetala): *N. oxypetala, N. lophophora, N. nana, N. euxantha* sect. 3. Ecristata: *N. saluenensis (N. tricolor), N. aperta N. souliei, N. georgei* *N. synaptica* (sect. 1. 和 Sect. 2. 之间)	*N. henrici* 移入百合属
J. R. Sealy (1950)	N. pardanthina, *N. mairei, N. synaptica, N. saluenensis, N. aperta, N. basilissa*	*N. euxantha, N. lophophora, N. souliei, N. georgei* 移入百合属
汪发缵、唐进 (1980)	N. forrestii, *N. basilissa, N. pardanthina, N. mairei, N. meleagrina*	*N. saluenensis N. aperta* 移入百合属
梁松筠 (1984)	sect. 1. Ecristata: *N. aperta, N. saluenensis. N. forrestii, N. synaptica, N. biluoensis* sect. 2. Nomocharis: *N. basilissa, N. pardanthina (N. mairei) N. meleagrina*	从百合属中将 *L. saluenense* 和 *L. apertum* 移入豹子花属内

法采用 G. Erdtman 硫酸醋酸酐分解法。每种花粉测量 20 粒，求其常见值和变异幅度，外壁厚度的测量在 100 倍油镜下进行。扫描电镜所用材料的制片方法是：将成熟花粉粒直接涂撒在双面胶纸上进行喷镀后，移入 S-450 型扫描电镜下进行观察、透射电镜所用材料的制片按常规方法。

三、花粉形态特征

豹子花属的花粉形态在文献上记载较少。在《中国植物花粉形态》(1960)一书中作者仅借助光学显微镜描述了云南豹子花 *N. saluenensis* Balf. f. 的花粉形态，认为该种花粉具单沟，表面为网状雕纹，并指出网脊是由双排颗粒组成；P. K. K. Nair 和 M. Sharma

(1965) 对 *N. nana* Wilson 和 *N. oxypetala* Wilson 二种植物花粉进行研究后认为：该属花粉外壁纹饰可分为基柱网纹（retipilate）和网纹（reticulate）两种，然而，这两种植物现已被放入百合属中。根据我们对豹子花属 6 种植物花粉形态的观察，将其特征归纳如下：

花粉粒为椭圆体，左右对称，极面观椭圆形，赤道面观近舟形；赤道最长轴为 47.0—79.9μ；具远极单沟，长达两极，沟端钝，中部收缢；外壁分两层，外层厚，内层薄；多数具半覆盖层（semi-tectate），表面为网纹，网脊连续(或间断)；少数无覆盖层（intectate），表面为基柱网纹，网在近极面较大，在远极面向沟逐渐变小。

（一）豹子花属花粉形态特征：

1. 豹子花 *Nomocharis pardanthina* Franch.　图版 1：4—6；图版 4：1，2

花粉粒为椭圆体，左右对称，极面观椭圆形，赤道面观近舟形；大小(61.1—75.2)70.5 × 47.0(42.3—51.7)μ；具单沟(远极)，长达两极，沟端钝，中部稍收缢，沟膜光滑，外壁分层明显，两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.8μ；具半覆盖层，表面为网状纹饰，网在近极面大而均匀，网眼大小约 5.8μ，在远极面向沟逐渐变小。在扫描电镜下网脊连续且平缓。花粉材料采自腊叶标本：云南兰坪，植物研究所横断山队 1194；云南大理，吴征镒 1424。

2. 多斑豹子花 *Nomocharis meleagrina* Franch.　图版 1：1—3；图版 4：5

花粉粒大小(56.4—72.9)65.8 × 42.3(35.3—47.0)μ；外壁两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.4μ；其他特征同豹子花。花粉材料采自腊叶标本。云南维西，冯国楣 4748，植物研究所横断山队 1483；云南大理，王汉臣 837。

3. 滇蜀豹子花 *Nomocharis forrestii* Balf. f.　图版 1：7—9；图版 4：3，4，6

花粉粒大小(61.1—79.9)65.8 × 47.0(37.6—54.1)μ，外壁两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.4μ；近极面最大网眼大小约 4.7μ；在扫描电镜下，网脊高低不平，有间断，其他特征同豹子花。花粉材料采自腊叶标本：云南中甸，南水北调 9517，冯国楣 1354。

4. 碧罗豹子花 *Nomocharis biluoensis* S. Y. Liang　图版 1：10—11；图版 5：1—2

花粉粒大小(56.4—70.5)65.8 × 47.0(37.6—51.7)μ；外壁两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.8μ，近极面最大网眼大小约 4.7μ；在扫描电镜下可以清楚地看到网脊是由排列紧密的单排颗粒相互连合构成；其他特征同豹子花。花粉材料采自腊叶标本：云南维西，植物研究所横断山队 1485。

5. 云南豹子花 *Nomoaharis saluenensis* Balf. f. 图版 1：12—15；图版 5：3，6

花粉粒为椭圆体，左右对称，极面观椭圆形，赤道面观近舟形；大小为(56.4—72.9) 68.2 × 44.7(40.0—51.7)μ；具单沟(远极)，几达两极，沟端钝，中部明显收缢；外壁分层明显，两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.8μ，表面为基柱网纹，网脊由双排颗粒组成，网眼大小约 5.4μ，网眼内具颗粒状突起；在远极的沟沿及沟端处，网逐渐变小成蜂窝状。在扫描电镜下观察，可以看到，在组成该网脊的双排颗粒之间有一些大小不一的颗粒，它们与组成网脊的颗粒相互连合，形成一些不规则的小网，其大小约 1.4μ，这样，在花粉外壁的近极面上就构成了大、小网相间的特殊雕纹；在远极面，颗粒逐渐变密，网脊变宽，网眼随之缩小。在透射电镜下，外壁外层可分为基层与柱状层，无覆盖层，外壁内层不明显(外壁分层根据 Faegri 和 Iversen 的观点)。花粉材料采自腊叶标本：云南贡山，俞德浚 22182；云

南维西，植物研究所横断山队 01489。

6. 开瓣豹子花 *Nomocharis aperta* (Franch.) Wilson 图版1：18—19；图版5：4—5

花粉粒大小(47.0—58.8)51.7 × 42.3(37.6—47.0)μ，外壁两层，外层厚约1.8μ，内层厚约0.8μ。在扫描电镜下，组成网脊的颗粒大小不一，排列较疏松。其他特征同云南豹子花。该种花粉材料采自腊叶标本：云南维西，植物研究所横断山队无号；云南大理苍山，Delavay 4138。

从上可以看出，豹子花属植物花粉虽在萌发孔类型上颇为一致，但在外壁结构及表面纹饰上存在较显著的差异，因此，我们将该属花粉形态分为二个类型（见表2）。

表2 豹子花属植物二个花粉类型的主要区别

Table 2. Major differences between two types of pollen grains in *Nomocharis*

主要区别 Major difference / type	外壁结构特点 exine structure	表面纹饰 exine ornamentation		豹子花属植物种名 species of Nomocharis
		光学显微镜 LM,	扫描电镜 SEM	
类型 I Type	具半覆盖层 semitectate	网纹 在近极面网大而均匀 reticulate, lumina large and uniform in size in proximal view	网纹，在近极面网大而均匀，网眼内无颗粒状突起 reticulate, lumina large, smooth and uniform in size in proximal view	豹子花 *N. pardanthina* Franch. 多斑豹子花 *N. meleagrina* Franch. 滇蜀豹子花 *N. forrestii* Balf. f. 碧罗豹子花 *N. biuoenensis* S. Y. Liang
类型 II Type	无覆盖层 intectate	基柱网纹，在近极面网脊是由双排颗粒组成 retipilate, muri consisting of two rows of granules in proximal view	基柱网纹，在近极面，网大小不一，网脊是由小芽孢状颗粒组成，网眼内具颗粒状突起 retipilate, lumina unequal and granular; muri consisting of gemmate granules in proximal view	云南豹子花 *N. saluenensis* Balf. f. 开瓣豹子花 *N. aperta* (Franch.) Wilson

（二）四种百合属植物花粉特征：

1. 墨江百合 *Lilium henrici* Franch. 图版2：8—9；14—15

花粉粒为椭圆体，大小(63.5—77.6)70.5 × 47.0(35.3—51.7)μ；外壁两层，外层厚约1.8μ，内层厚约0.5μ；表面为基柱网纹；网脊是由单排的瘤状颗粒组成，排列疏松，大小不一。其他特征见表3。花粉材料采自腊叶标本：云南贡山，俞德浚 22099，云南兰坪，植物研究所横断山队 738。

表 3 豹子花属与四种百合属植物花粉主要特征的比较

Table 3. Comparison of main characteristics of pollen grains in *Nomocharis* with 4 species of *Lilium*

花粉特征 Characteristics of pollen grains / 种名 species	花粉粒形状 Shape of pollen grains	萌发孔类型 Type of aperture	外壁特征 Characteristics of exine					标本采集地点 Locality
			厚度 Thickness	结构特点 Structure	纹饰类型 Type of ornamentation	雕纹 Sculpture: 光学显微镜 LM	雕纹 Sculpture: 扫描电镜 SEM	
豹子花 *N. pardanthina* Franch.	椭圆体 ellipsoid	单沟 monocolpate	2.6	具半覆盖层 semitectate	网纹 reticulate	网在近极面大，大小较一致，在远极面向沟渐小 lumina large and uniform in proximal view and gradually become smaller towards colpi	网脊平直且连续 muri continuous and straight	云南 Yunnan
多斑豹子花 *N. meleagrina* Franch.	同上 Ditto	同上 Ditto	2.2	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	云南 Yunnan
滇蜀豹子花 *N. forrestii* Balf. f.	同上 Ditto	同上 Ditto	2.2	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	网脊有时不连续 muri sometimes interrupted	云南 Yunnan
碧罗豹子花 *N. biluoensis* S. Y. Liang	同上 Ditto	同上 Ditto	2.6	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	网脊是由排列紧密的单排颗粒相互连合构成 muri consisting of one-row-granules closely deposited	云南 Yunnan
云南豹子花 *N. saluenensis* Balf. f	同上 Ditto	同上 Ditto	2.6	无覆盖层 intectate	双排基柱网纹 two-rows-retipilate	网在近极面大小不等，在远极面渐小 lumina unequal in proximal view and gradually become smaller in distal view	网脊是由大小不等的小芽孢状颗粒组成 muri consisting of unequal gemma	云南 Yunnan
开瓣豹子花 *N. aperta* (Franch.) Wilson	同上 Ditto	同上 Ditto	2.6	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	云南 Yunnan

（续表3）

花粉特征 Characteristics of pollen grains / 种名 species	花粉粒形状 Shape of pollen grains	萌发孔类型 Type of aperture	外壁特征 Characteristics of exine					标本采集地点 Locality
			厚度 Thickness	结构特点 Structure	纹饰类型 Type of ornamentation	雕纹 Sculpture		
						光学显微镜 LM	扫描电镜 SEM	
墨江百合 *L. henrici* Franch.	同上 Ditto	同上 Ditto	2.3	同上 Ditto	基柱网纹 retipilate	网在近极面较大，在远极面渐小 lumina relatively large in proximal view and gradually become smaller in distal view	网脊由排列疏松的瘤状颗粒组成 muri consisting of verrucae loosely deposited	云南 Yunnan
紫花百合 *L. souliei* (Franch.) Sealy	同上 Ditto	同上 Ditto	3.0	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	网脊由排列紧密的瘤状颗粒组成 muri consisting of verrucae closely arranged	云南 Yunnan
小百合 [1] L. nanum Klotz. et Garcke	舟状 boat-shaped	同上 Ditto	3.7	具半覆盖层—无覆盖层 semitectate-intectate	拟网纹 ornate	网脊弯曲，有间断 muri bent, interrupted	网脊是由头部膨大的小柱相互融合而成 muri composed of bacula with enlarged heads	西藏（聂拉木） Xizang (Neilamu)
小百合 [2] *L. nanum* Klotz. et Garcke	椭圆体 ellipsoid	同上 Ditto	3.6	无覆盖层 intectate	双排基柱网纹 two-rows-retipilate	网脊由双排颗粒组成 muri consisting of two rows of granules		西藏（米林） Xizang (Milin)
短柱小百合 *L. nanum* Klotz. et Garcke var. *brevistylum* S.Y. Liang	同上 Ditto	2—3孔 2-3-porate	2.6	同上 Ditto	基柱网纹 retipilate	网的大小在近极面和远极面无明显变化 lumina nearly the same in proximal and distal views	网脊由排列疏松的不规律短棒组成 muri consisting of irregular nano-pila loosely arranged	西藏 Xizang
尖被百合 [1] *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.	近球体 subglobose	单沟或2孔 monocolpate or 2-porate	2.1	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	云南、四川 Yunnan Sichuan
尖被百合 [2] *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.	椭圆体 ellipsoid	单沟 monocolpate	2.0	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	同上 Ditto	西藏（卡达） Xizang (Kada)

2. 紫花百合 *Lilium souliei* (Franch.) Sealy　图版 2：10—11，16

花粉粒为椭圆体，大小(58.8—79.9)70.5 × 37.6(35.3—42.3)μ；外壁两层，外层厚约 2.2μ，内层厚约 0.8μ；表面为基柱网纹，网脊是由单排且排列紧密的瘤状颗粒组成。其他特征见表3。花粉材料采自腊叶标本：云南中甸，俞德浚 8837；11928。

3. 尖被百合 *Lilium lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.

(1) 花粉采自腊叶标本：云南德钦，俞德浚 8738，青藏队 2614；四川大金，李馨 77700。其花粉粒近球形，大小 (65.8—84.6)70.5 × 65.8(61.1—75.2)μ，具单沟，或具 2 孔，孔较大，近椭圆形；外壁较薄，经处理后易破裂，外层厚约 1.5μ，内层厚约 0.6μ；无覆盖层，表面为双排基柱网纹，网隙较大。在扫描电镜下，网脊是由排列疏松的不规则短棒组成。(图版 2：6—7；图版 3：1—2)

(2) 采自西藏卡达、塔木其 548 的标本，其花粉粒为椭圆体，极面观椭圆形，赤道面观舟形，大小(72.7—82.3)77.6 × 56.1(47.0—58.8)μ；具单沟(远极)，长达两极，沟中部稍收缢；外壁两层，外层厚约 1.5μ，内层厚约 0.5μ；其他特征同(1)。(图版 1：20—21；图版 2：1)

4. 小百合 *Lilium nanum* Klotz. et Garcke

(1) 采自腊叶标本：西藏聂拉木，青藏队 5765，其花粉粒为舟状；左右对称，极面观与赤道面观均为舟形；大小(82.3—103.4)94.0 × 54.1(44.7—58.8)μ，具单沟(远极)，长达两极，沟端钝；外壁两层，外层厚约 2.5μ，内层厚约 1.2μ，表面为拟网状纹饰，网脊弯曲，有间断。在扫描电镜下，网脊是由头部膨大的小柱相互融合而成。(图版 1：16—17，图版 3：5—7)

(2) 采自腊叶标本：西藏米林，西藏中草药普查队 4020，其花粉粒为椭圆体，极面观椭圆形，赤道面观近舟形，大小(65.8—94.0)84.6 × 61.1(58.8—70.5)μ；具单沟(远极)，长达两极，沟中部强烈收缢；外壁两层，外层厚约 2.7μ，内层厚约 0.9μ，表面为双排基柱网纹，网脊由双排颗粒组成。(图版 2：12—13)

(3) 短柱小百合 *Lilium nanum* Klotz. et Garcke var. *brevistylum* S. Y. Liang 图版 2：2—5；图版 3：3—4

花粉粒为近球体，大小 (51.7—68.15)58.8 × 49.4(42.3—51.7)μ，具 2—3 孔，孔较大，近椭圆体，孔缘不齐，孔膜光滑；外壁两层，外层厚约 1.8μ，内层厚约 0.8μ。其他特征同尖被百合。花粉材料采自腊叶标本：西藏察隅，青藏队 73-394。

为了便于比较，我们将上述类群花粉粒的主要特征归纳为表 3，外部形态特征归纳为表 4。

四、讨　论

通过以上花粉形态及外部形态特征的对比，我们有以下几点看法：

1. 墨江百合 *L. henrici* Franch.、紫花百合 *L. souliei* (Franch.) Sealy、尖被百合 *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.、小百合 *L. nanum* Klotz. et Garcke 的花粉粒在萌发孔类型和雕纹分子的形状上均与豹子花属不同，它们的钟状花，内、外轮花被片同形，钻形花丝等特征与百合属的钟花组相一致，因而，将它们置于豹子花属内是不适宜的，应

表 4 豹子花属与四种百合属

Table 4. Comparison of characteristics of gross

外部形态特征 Characteristics of gross morphology / 种名 species	花的颜色 colour of flower	内轮花 tepals	
		边缘 margin	斑点颜色 colour of blotches
豹子花 *N. pardanthina* Franch.	红色或粉红色 red or pink	流苏状 fringed	深紫红色斑点 dark purple-red blotches
多斑豹子花 *N. meleagrina* Franch.	白色或粉红色 white or pink	同上 Ditto	紫红色斑点 purple-red blotches
滇蜀豹子花 *N. forrestii* Balf. f.	粉红色或红色 pink or red	浅波状 slightly undulate	同上 Ditto
碧罗豹子花 *N. biluoensis* S. Y. Liang	白色或紫红色 white or purple-red	同上 Ditto	深紫红色斑点 dark purple-red blotches
云南豹子花 *N. saluenensis* Balf. f.	粉红色 pink	全缘 entire	紫红色细点 purple-red spots
开瓣豹子花 *N. aperta* (Franch.) Wilson	红色 red	Ditto	同上 Ditto
墨江百合 *L. henrici* Franch.	白色 white	同上 Ditto	基部具深紫红色斑块 dark purple-red patch at base
紫花百合 *L. souliei* (Franch.) Sealy	紫红色 purple-red	同上 Ditto	无 no
小百合 *L. nanum* Klotz. et Garcke	淡紫色或紫红色 purplish or purple-red	同上 Ditto	深紫红色细点 dark purple-red spots
尖被百合 *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.	黄色 yellow	同上 Ditto	稀疏的紫红色细点 sparse purple-red spots

移至百合属内。然而，其中的尖被百合与短柱小百合花粉的萌发孔有 2—3 孔类型，表面雕纹也很特殊，这种现象独特于上述所有类群，甚至在百合属中也很罕见。Wilson 曾根据尖被百合 *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch. 的外部形态，将它从贝母属中移至百合属内建立一亚属 subgen. *Lophophorum* Wilson，看来都有一定的道理，本文研究

植物外部形态特征比较

morphology in *Nomocharis* with 4 species of *Lilium*

被片 of the inner whorl 基部腺体形状 Shape of glands at base	花丝 filaments	海拔(米) altitude (m.)
扇状 flabellate	上部急缩成芒状，下部膨大成圆筒形 filaments much swollen below and cylindrical, suddenly contracted above into awn-shaped	2700—4050
同上 Ditto	同上 Ditto	2800—4000
半球形垫状 semispherically cushion-like	上部急缩成芒状，下部不膨大 filaments not swollen below, suddenly contracted above into awn-shaped	3000—3850
扇状 flabellate	上部急缩成芒状，下部稍膨大 filaments slightly swollen below, suddenly contracted above into awn-shaped	3400
半球形垫状 semispherically cushion-like	上部急缩成芒状，下部不膨大 filaments not swollen, below suddenly contracted above into awn-shaped	2800—3900
同上 Ditto	同上 Ditto	2800—4000
无 no	钻状 subulate	2800
无 no	同上 Ditto	1200—4000
鸡冠状 crests	同上 Ditto	3500—4500
同上 Ditto	同上 Ditto	2700—4250

的花粉学资料又为他们提供了有力的佐证，但该类群是否独立出来，还有待开展其他学科的研究。

2. 小百合集合群的花粉萌发孔和外壁雕纹以至其形状、大小都有较显著的差异，在外部形态上，短柱小百合的花柱较短，花被片黄色，微紫，遍布细斑点和鳞茎紫色等特征，明

显地区别于小百合。因此，短柱小百合应放于种一级较适宜。在小百合集合群中，我们采自不同地点的小百合标本，其外部形态差异甚微，但花粉粒竟然有不同程度的区别，反映出该类群花粉形态的分化已经在这集合群中表现出来。而这些差异，为我们提供了一条研究该类群植物花粉演化的线索（见表 5）。

表 5 小百合集合群和尖被百合花粉的进化趋势

Table 5. Evolutionary trends of pollen grains in *Lilium nanum* aggregate and *L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch.

萌发孔类型 Type of aperture	外壁向沟延伸 extension of the exine towards colpus 单沟————————→2—3孔 monocolpate 沟伸长至两极 2-3-porate ends of the colpus stretch to poles
表面纹饰 exine ornamentation	拟网纹——→双排基柱网纹————→单排基柱网纹 ornate two-rows-retipilate one-row-retipilate
外壁厚度 exine thickness (μ)	较厚(3.6—3.7)————→较薄(2.0—2.6) thicker thinner
花粉粒形状 pollen shape	舟状————→椭圆体————→近球体 boat-shaped ellipsoid subglobose
花粉粒大小 pollen size (μ)	大型(94.0×54.0)————→中型(58.8×49.4) large medium-sized

3. 一般认为，百合属花粉的萌发孔类型为单沟，而在 1965 年二孔类型花粉在该属中的发现，说明具单沟与具二孔的花粉之间有内在的关系。通过我们对小百合和尖被百合花粉粒的研究，尤其是具单沟与具孔的花粉粒同出现于一个种内的现象，证实了萌发孔由单沟型——→孔型演变的可能性（Walker 等 1975，S. Chanda 1979），由此，该类群花粉特征可能有表 5 中的演化趋势。但应该指出 Walker（1975）曾推测百合目花粉萌发孔由单沟形成两孔的机理可能是由于沟的两端断开（cut-off ends of the sulcus）所致，但从我们对小百合的观察来看，孔的形成与外壁向沟的延伸及沟的伸长有着密切的关系，其结果单沟型萌发孔不仅可发展成 2 孔型，而且还可能发展成 3 孔以致 3 孔以上的类型，从图版 3：3—4 中就可清楚地看到这一点。

4. 在 Baulfour（1918）关于豹子花属的分类系统中，豹子花 *N. pardanthina* Franch. 和多斑豹子花 *N. meleagrina* Franch. 在豹子花组 sect. Nomocharis 内，而滇蜀豹子花 *N. forrestii* Balf. f. 和碧罗豹子花 *N. biluoensis* S. Y. Liang 则在细丝组 sect. Ecristata 内，但它们的花粉同属类型 I（见表 2），其外壁纹饰为网纹。从花粉形态上看，将滇蜀豹子花和碧罗豹子花与外壁纹饰为双排基柱网纹的云南豹子花和开瓣豹子花都放在细丝组内是不自然的。

5. 云南豹子花 *N. saluenensis* Balf. f. 和开瓣豹子花 *N. aperta* (Franch.) Wilson 的花粉外壁纹饰为双排基柱网纹，与百合属的基柱网纹有着显著的不同，况且它们的花开展似碟形，花丝先端急缩成芒状，内轮花被片基部具肉质垫状突起等特征都与花为喇叭形、

钟状或花被片反卷、花丝钻形、内轮花被片基部无肉质垫状突起的百合属植物形成鲜明的对照，而与豹子花极为相似。因此，我们同意 W. E. Evans (1925) 将它们放在豹子花属内的分类观点。

6. 从它们外部形态特征的演化来看，百合属内外轮花被片的形状相似，花丝下部不膨大，而豹子花和多斑豹子花的花被片内外轮不相似，花丝下部膨大成圆筒形，由此可以看出它们的内外轮花被片是从相似──→不相似，花丝下部从不膨大──→膨大的演化趋势。从我们对百合属近 31 种(待发表)和豹子花属 6 种植物花粉形态的观察结果分析，百合属绝大部分花粉外壁纹饰类型属基柱网纹型，而豹子花属多数为网纹型，少数为双排基柱网纹型。同时，在扫描电镜下，可以清楚地看到滇蜀豹子花和碧罗豹子花的花粉表面的网脊显示基柱头部膨大而相互连合的趋势；而且，这两个种与类型 I 中的种类在外部形态上表现出逐渐过渡的性状(见表 4)，这就说明基柱网纹与网纹之间存在着有机联系。结合外部形态特征的演化趋势来分析，我们认为该属花粉粒外壁纹饰存在由基柱网纹──→网纹的演化趋势。这与 Nair (1965) 提出的百合科花粉外壁纹饰演化的趋势相吻合。在上述的演化趋势中，基柱网纹表现为较低级的类型，然而在小百合集合群的花粉中，通过花粉萌发孔、外壁厚度、形状、大小等变化的启示，使我们得出从拟网纹──→基柱网纹的结论(见表 5)。这里，基柱网纹则表现为较高级的类型，这不仅可表明小百合这群植物在整个百合属中的地位较为特殊，而且也反映出各个类群的花粉性状在其演化趋势上不尽相同，它们各自有着不同的演化方向。所以，对这些问题的探讨，只有在弄清上述植物类群之间的相互关系后才有可能。

7. 比较表 3 和表 4 所列举的特征，我们可以发现，在豹子花属内各个种之间有着密切的联系和性状上的交叉。这反映出这些不同的种类，它们在种的分化上，虽有了成为一个种的特征，但各个种之间却存在着深刻的内在联系。

云南豹子花和开瓣豹子花花粉外壁的双排基柱网纹型，是由大小不等的小芽孢状颗粒组成的，与百合属的基柱网纹型有所不同，但这两种豹子花的叶散生，花丝细而扁平的特征又与紫花百合、墨江百合相近，它们可能是豹子花属与百合属之间有所联系的一个中间类型。

通过对以上这些种类的花粉形态的研究，颇能说明豹子花属和百合属之间的紧密联系，甚至也可以通过这方面的研究，考虑把这两个属合并为一属。但是，正如不同地区采集的小百合花粉都具有不同类型的萌发孔和外壁纹饰结构一样，两个属的合并似以慎重为好，而且，考虑到二个属形态特征上的区别及生态地理分布上的不同，在没有完全研究清楚它们之中各种群之间的进化关系前，仍然保留二属较为妥然。

参　考　文　献

[1] 汪发缵、唐进，1980：百合科，中国植物志第 14 卷：159—164，科学出版社。
[2] 梁松筠，1984：豹子花属的研究，植物研究 **4**(2)：163—178。
[3] 中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1960：中国植物花粉形态 163—164，科学出版社。
[4] Balfour, I. B., 1918: The genus Nomocharis. *Trans. Bot. Edinb.* **27**: 273—300.
[5] Chanda, S., Ghosh, K. et Nilsson, S., 1979: On the polarity and tetrad arrangement in some mono- and diaperturate angiosperm pollen grains. *Grana* **18**: 21—31.
[6] Evans, W. E. 1925: A revision of the genus Nomocharis. *Notes Bot. Gard., Edinb.* **15**: 1—46,

tt. 199—212.
[7] Nair, P. K. K. et Sharma, M., 1965: Pollen morphology of Liliaceae. *J. palyno.* **1**: 38—61.
[8] Sealy, J. R., 1950: Nomocharis and Lilium. *Kew Bull.* 273—297.
[9] ————, 1983: A revision of the genus Nomocharis Franch. Bot. Journ. Linn. Soc. 87: 285—323.
[10] Walker, J. W. et Doyle, J. A., 1975: The bases of angiosperm phylogeny: Palynology. *Ann. Miss. Bot. Gard.* **62**: 664—723.
[11] Wilson, E. H., 1925: The Lilies of Eastern Asia. Dulau and Company London.
[12] Woodcock, H. B. D. et Stearn, W. T., 1950: Lilies of the world country life Limited. London.

POLLEN MORPHOLOGY OF THE GENUS *NOMOCHARIS* AND ITS DELIMITATION WITH LILIUM

LIANG SUNG-YUN　ZHANG WU-XIU

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)

Abstract In this work examined were pollen grains of 6 species of *Nomocharis* and 4 species of *Lilium*, all under LM and SEM, but *Nomocharis saluenensis* Balf. f. under TEM. The pollen grains are monocolpate (distal) in *Nomocharis*, monocolpate or 2—3-porate in the species of *Lilium* examined. Two types of pollen grains in *Nomocharis* are recognized based upon the exine stratification and sculpture.

The pollen characters and gross morphology, and their evolutionary trends in both *Nomocharis* and *Lilium* are discussed. Our conclusions are as follows:

1. *Lilium henrici* Franch. 、*L. souliei* (Franch.) Sealy 、*L. lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch. and *L. nanum* Klotz. et Garcke differ from *Nomocharis* in the aperture and sculpturing elements. Their pollen morphology supports their being placed in *Lilium*.

2. The pollen grains of both *Lilium lophophorum* (Bur. et Franch.) Franch. and *L. nanum* aggregate are monocolpate or 2—3-porate, which shows an evolutionary trend of aperture from monocolpate to porate, as suggested by Walker and others [Walker et al., (1975), and Chanda (1979)].

3. In Balfour's (1918) classification system of *Nomocharis, N. pardanthina* Franch. and *N. meleagrina* Franch. belong to Sect. Nomocharis, while *N. forrestii* and *N. biluoensis* are placed in Sect. Ecristata, but their pollen grains are all reticulate. They refer to type I (see Table 2). Thus, it does not seem reasonable placing in a single section, Sect. Ecristata, *N. forrestii* and *N. biluoensis* with the reticulate exine and *N. saluenensis* and *N. aperta* with the two-row-ritipilate exine.

4. *Nomocharis saluenensis* Balf. f. differs from *Lilium* in the exine sculpture, which seems to support placing it in *Nomocharis.*

5. Muri of *N. forrestii* Balf f. and *N. biluoensis* s.y. Liang show a tendency of connecting each other by heads of pili, and these two species are intergraded with the other species of the type I with respect to gross morphorlogical characters. It is thus considered that the reticulate pollen grains in *Nomocharis* is derived from ritipilate ones. This opinion is also held by Nair (1965).

6. *Nomocharis* differs from *Lilium* in the exine ornamentation, but some species of *Nomocharis* are very similar to *Lilium* in the gross morphology. It shows the close affinity between *Nomocharis* and *Lilium.*

Key words *Nomocharis; Lilium;* Monocolpate; 2—3-porate; Exine ornamentation; Ritipilate; Reticulate.

1 2 3 4

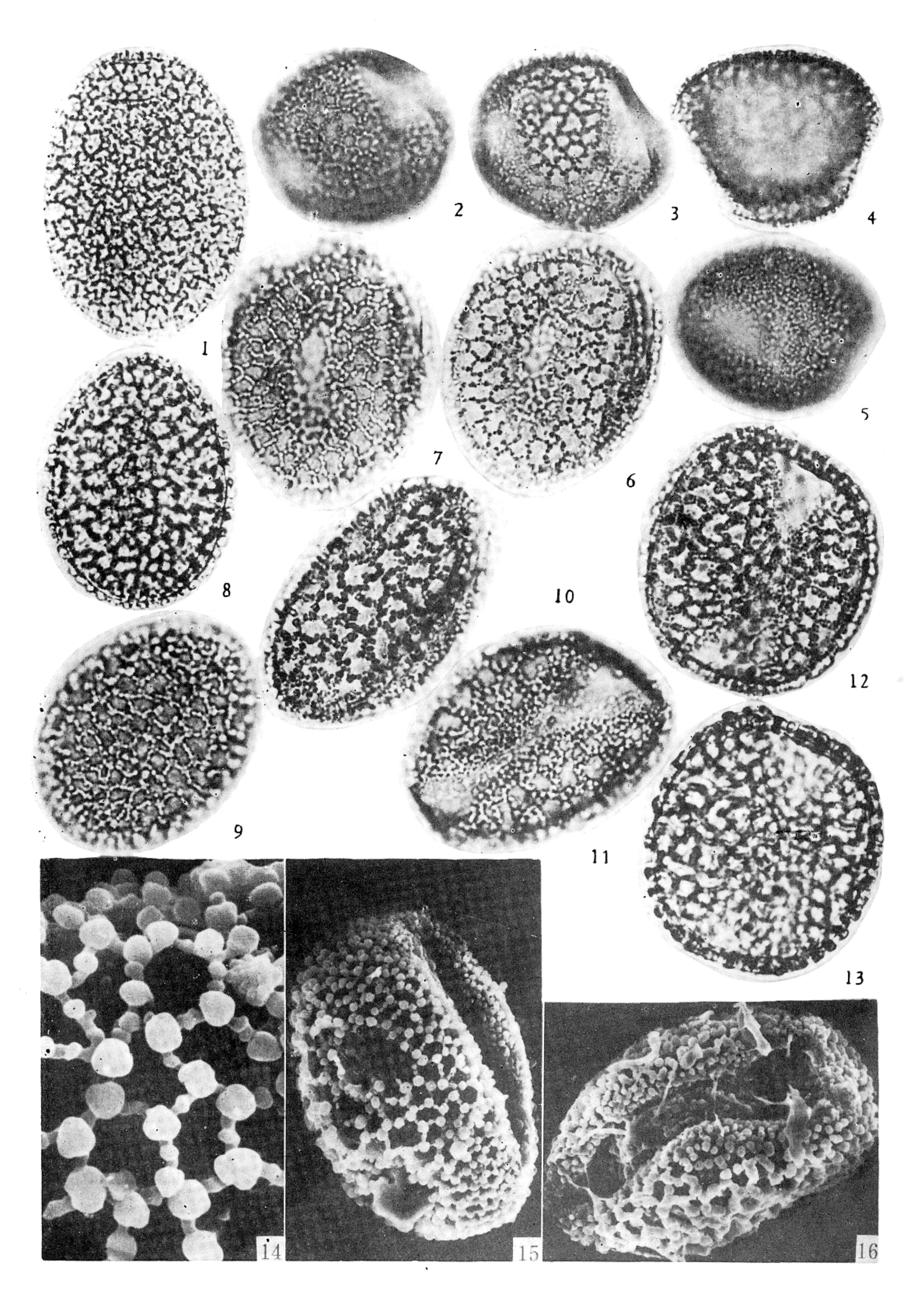
9 8 7 6 5

10 11 12 13 14 15

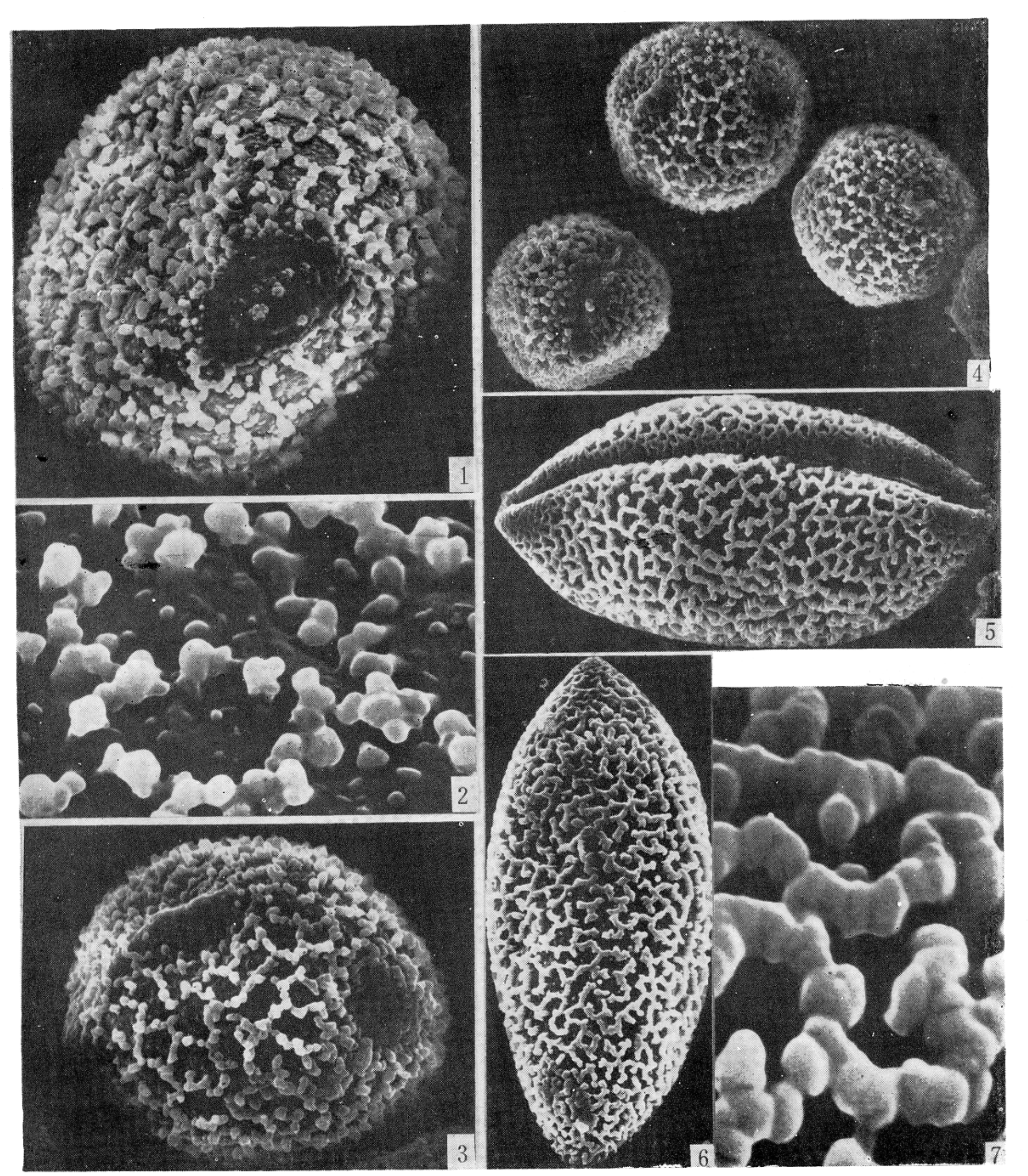
16 18 20

17 19 21

1—3. *Nomocharis meleagrina*; 4—6. *N. pardanthina*; 7—9. *N. forrestii*; 10—11. *N. biluoensis*; 12—15. *N. saluenensis*; 18—19. *N. aperta*; 16—17. *Lilium nanum*; 20—21. *L. lophophorum*. (LM, ×600)

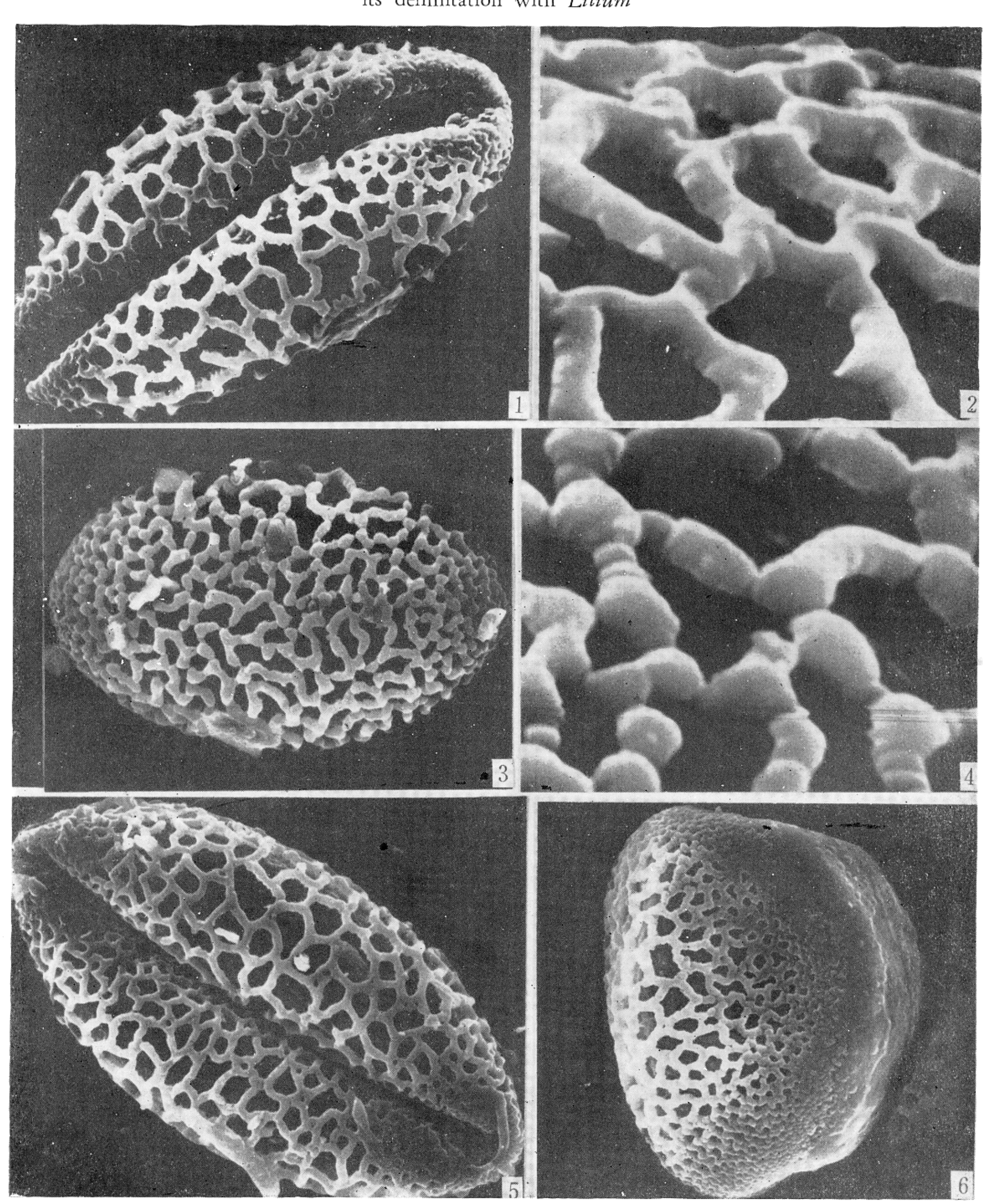


1. *Lilium lophophorum*(西藏卡达)； 2—5 *L. nanum* var. *brevistylum*; 6—7. *L. lophophorum* (云南德钦) 8-9,14-15. *L. henriei* (14.×4000; 15.×1040); 10. 11. 16. *L. souliei* (16.×1040); 12—13. *L. nanum* (1—13×600)



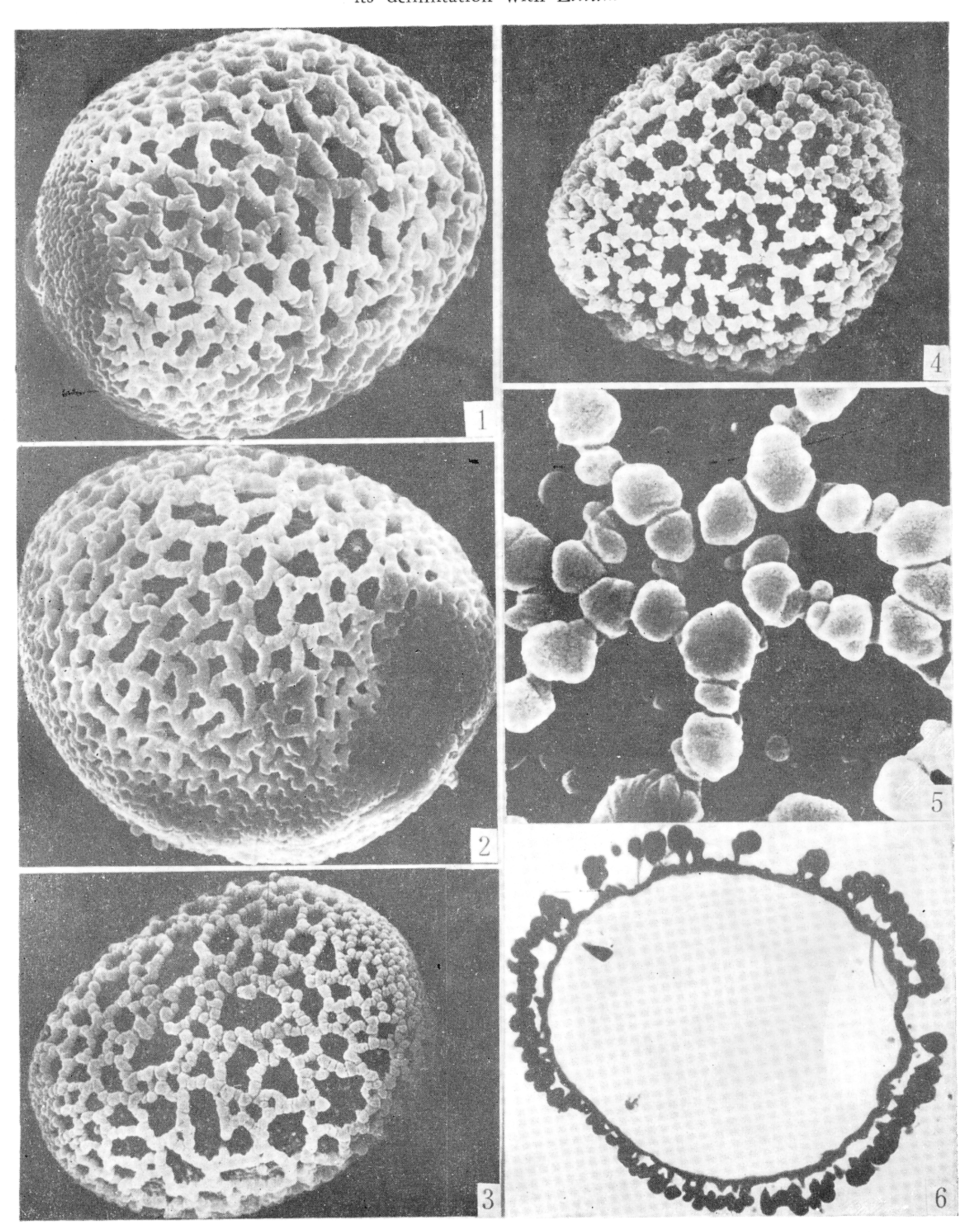
1—.2尖被百合 1.示孔， 2.网纹放大； 3—4，短柱小百合 3.远极面观； 5—7.小百合 5.赤道面观， 6.近极面观， 7.网纹放大。

1—2. *Lilium lophophorum* 1. showing aperture (×1300), 2. showing reticulate sculpture (×4000); 3—4. *L. nanum* var. *brevistylum* 3. distal view (×1440); 4. (×800); 5—7. *L. nanum*, 5. equatorial view (×800), 6. proximal view (×800), 7. showing reticulate sculpture (×8000).



1—2. 豹子花 1. 远极面观， 2. 网纹放大； 3,4,6. 滇蜀豹子花 3. 近极面观， 4. 网纹放大， 6. 赤道面观(长轴)； 5. 多斑豹子花的花粉远极面观。

1—2. *Nomocharis pardanthina* 1. distal view (×1440), 2. showing reticulate sculpture (×8000), 3, 4, 6. *N. forrestii* 3. proximal view (×1440), 4. showing reticulate sculpture (×8000), 6. equatorial view (×1440) (From longer equatorial axis). 5. *N. meleagrina*, distal view (×1440)。



1—2.碧罗豹子花 1.近极面观， 2.赤道面观； 3,6.云南豹子花 3.近极面观， 6.示外壁结构； 4—5.开瓣豹子花 4.赤道面观， 5.网纹放大。

1—2. *Nomocharis bilueoensis* 1. proximal view(×1920), 2. equatorial view (×1920); 3, 6. *N. saluenensis* 3. proximal view (×1600), 6. showing exine structure under TEM (×1000); 4-5. *N. aperta* 4. equatorial view (×1600), 5. showing reticulate sculpture (×8000)。